



Cirad
Campus de Baillarguet

34 398 MONTPELLIER Cedex 5
France

Document interne

La reproduction du buffle domestique ou buffle d'Asie *(Bubalus bubalis)* Note bibliographique

Par ***Christian Meyer***

UR18 Systèmes d'élevage et produits animaux, Dep. Environnement et Société, Cirad, TA
C18/A, BP 5035, 34 398 Montpellier Cedex 5, France

Avril 2009

Résumé

Il existe 2 types de buffles domestiques (*Bubalus bubalis*), le type de rivière à aptitudes laitières ou mixtes et le type de marais, adapté au travail. L'appareil génital mâle et femelle est caractérisé par une taille des organes plus petite que chez les bovins et par quelques particularités. Certaines caractéristiques physiologiques sont différentes selon le type de buffle : par exemple la durée de gestation (307 vrs 330 jours). Dans les 2 types, les chaleurs sont assez longues (12-18 à 24-30 h) mais peu intenses, difficiles à détecter. La reproduction est possible toute l'année, mais avec des variations saisonnières liées à la photopériode et à la température.

Les performances de reproduction naturelle sont souvent assez mauvaises : mise à la reproduction tardive, anoestrus postpartum et intervalles entre vêlages longs (moyenne 36 mois), fécondité parfois peu élevée (50 à 80 %). L'insémination artificielle est souvent pratiquée. Les résultats sont moyens (conception 50-60 %) avec de la semence réfrigérée, encore moins bons avec de la semence congelée (25 à 45 %). Des améliorations restent possibles notamment par le biais de l'alimentation.

Mots-clés : Reproduction, buffle domestique, insémination artificielle

Abstracts

There are two types of domestic buffaloes (*Bubalus bubalis*), the river type, with milk or mixed aptitudes, and the swamp type, used for work. The male and female genital tracts are characterized by a smaller size of organs than in cattle and by some particularities. Some physiological characteristics differ according to the type of buffalo: for example the gestation period (307 vs 330 days). In both types, oestrus length is 12-18 to 24-30 h, of little intensity and difficult to detect. Reproduction is possible all year long, but with seasonal variations linked to photoperiod and temperature.

Natural reproduction performances are often to a certain extent poor : late puberty, postpartum anoestrus and long calving intervals (mean 36 months), fecundity variable (50 to 80%). The artificial insemination is often performed. Results are medium (50 -60% conception rate) with cooled semen, and worse with frozen semen (25 to 45%). There is room for improvement, notably through better feeding.

Key-words : Reproduction, domestic buffalo, artificial insemination

Introduction

Le buffle domestique est un ruminant de la fam. des bovidés (Bovidae), sous-fam. bovinés. Domestiqué vers 3000-2500 a.v. J.-C. dans la vallée de l'Indus, le buffle domestique ou buffle d'Asie (*Bubalus arnee bubalis*) est très répandu en Asie du Sud-Est (Inde, Indochine). En Afrique, on le trouve en Afrique de l'Est, à Madagascar et en Egypte. Des expériences ont été tentées en 1953 dans l'ancien Congo belge devenu R. D. Congo. En Europe, il se trouve en C.E.I. (ex Yougoslavie, Hongrie) et en Italie. Il vit aussi en Australie, Amérique centrale et du Sud : au Brésil, en Guyane française, au Venezuela, au Pérou, en Bolivie (Meyer, 2009). La population mondiale était de 292 millions d'individus en 2007. Les effectifs les plus élevés sont en Inde, Pakistan, Chine, Népal puis en Egypte (Statistiques FAO).

Il ne doit pas être confondu avec le buffle sauvage ou buffle d'Afrique qui fait partie d'un autre genre de la famille des bovidés (*Syncerus caffer*).

Autres bovidés sauvages du même genre :

Bubalus carabanensis, carabao (carabao)

Bubalus depressicornis, anoa de plaine, buffle nain de plaine (lowland anoa) des îles Sulawesi,

Bubalus mindorensis, tamarao, tamarau (tamaraw) des Philippines,

Bubalus quarlesi, anoa de montagnes (mountain anoa)

Les cornes de ce boviné ont des *sections triangulaires* et leurs bases sont proches (genre *Bubalus*). Le corps est massif, la tête longue et mince au front légèrement bombé. Le dos est droit, le bassin oblique, les membres courts.

La peau est épaisse. Le pelage est peu abondant, de couleur *grise ou noire*, pouvant tirer sur le *brun*. Certains ont des taches blanches ou sont tout blancs (Meyer, 2009).

On distingue 2 types de buffles domestiques, buffles d'eau ou buffles d'Asie :

- le **type de rivière**, river type, river buffalo, Indian buffalo (*Bubalus bubalis bubalis*), préférant les eaux courantes claires, produisant 450 à 1300 kg de lait par lactation de 270 jours environ, 500 kg en moyenne, et dont certaines races ont été sélectionnées pour le lait (**laitières**) et d'autres sont mixtes (**lait et travail**) ; en Inde, les bufflesses produisent plus de lait que les vaches, 2 à 3 fois plus riche en matières grasses. Ce type est répandu en Inde, au Pakistan, en Egypte et dans les pays méditerranéens (Italie, Roumanie) pour le lait et la viande. En Italie la production atteint 1500 à 2200 kg par lactation (Cockrill, 1977).

- le **type de marécage**, swamp type, swamp buffalo, carabao (*Bubalus bubalis carabanensis*), (Castillo, 1998) qui préfère les eaux stagnantes et boueuses et qui sert surtout à la **traction animale** dans les rizières dans l'est de l'Asie ; il existe des différences régionales sans qu'on distingue de races ; la traite n'est généralement pas faite (Le Gal, 1987).

Certains les considèrent comme des espèces différentes : ils n'ont pas le même nombre de chromosomes (50 pour le 1^{er} et 48 pour le 2nd) mais se reproduisent très bien entre eux et les hybrides sont fertiles. Les taurins et zébus ont 60 chromosomes (Tulloh et Holmes, 1992).

Aptitudes : Le buffle domestique est calme et docile. Il existe plusieurs races de buffles élevés dans des buts différents.

Exemples de races de buffles de rivière de **type laitier** :

- Murrah, Kundi, Nili-Ravi, Pandharpuri, Surti et Toda en Inde,
- Nili-Ravi et Kundi au Pakistan,
- Egyptienne, Iraqui, Iranian, Italienne,

Exemples de races de buffles de rivière de type mixte (**lait et travail**) : Meshana, Jaffarabadi, Bhadawari, Nagpuri (Ellichpuri) en Inde.

Exemples au Brésil : Brazil Murrah, Jaffarabadi, Mediterraneo.

Parmi les buffles des marais, utilisés en **traction animale**, on distingue un type de plaine et un type de montagne ou des îles, plus léger.

En Inde, en Egypte et en Europe, on recherche la production laitière. Le lait produit est très riche en matières grasses : 7 à 8 p. 100. En Egypte, le buffle fournit lait, viande, travail et fumier (Bhat, 1999 ; Meyer, 2009). Le lait est souvent transformé en fromage, de qualité réputée : le **mozzarella** en Italie, imité dans d'autres pays, plus cher que les autres fromages. Il faut 3,8 à 5 l de lait de bufflonne pour faire 1 kg de fromage mozzarella (Haddioui, 2001).

Autres aptitudes : en Indonésie, une race est employée dans des combats. A Bali, on pratique des courses d'attelage.

Adaptations

Le buffle vit souvent dans des zones tropicales et subtropicales chaudes et humides. Il tolère moins la température élevée et l'exposition directe au soleil que les bovins (Chantarapruteep, 1987). Il résiste à des températures élevées (plus de 42°C) s'il peut se baigner aux heures les plus chaudes. La mélanine de la peau le protège, ainsi que le sébum sécrété par les glandes sébacées. L'eau et la boue glissent sur la peau (Haddioui, 2001).

I. Anatomie et physiologie de la reproduction

A. Femelle

L'**anatomie** des organes sexuels des bufflesses est semblable à celle des vaches, avec des organes plus petits adaptés à la taille de l'animal (Dobson *et al.*, 1986). Les ovaires inactifs sont petits, ainsi que le corps et le cervix de l'utérus (Tableaux I et II). Le canal du cervix est plus tortueux que chez la vache, il compte 3 plis en moyenne (Drost, 2007a). L'ovaire droit, un peu plus gros est aussi plus actif que le gauche (Kunavongkrit, 1985).

Tableau I. Comparaison des tailles moyennes des ovaires et des utérus des bufflonnes de rivière et des vaches (Drost, 2007a)

	Vache	Bufflesse de rivière
Ovaires		
Dimensions (cm)	3,7 x 2,5 x 1,5	3 x 1,4 x 1
Poids (g)	5 -15	2,9 - 6
Corps de l'utérus		
Longueur (cm)	2-4	1-2
Col (cervix) de l'utérus		
Longueur (cm)		3-10
Diamètre (cm)		1,5-6,0

Tableau II : Taille moyenne des ovaires des bufflonnes des marais (Kunavongkrit, 1985)

	Ovaire gauche	Ovaire droit
Ovaires		
Dimensions (cm)	2,12 x 1,38 x 0,97	2,19 x 1,43 x 1,10
Poids (g)	2,24	2,28

Chez la bufflonne des marais, le cervix mesure en moyenne 5,23 cm de long pour 2,88 cm de diamètre (Kunavongkrit, 1985).

La **puberté** est proche de celle des bovins : 18 mois chez le mâle, 16 mois chez la femelle du type des marais en Australie du Nord. Comme chez les bovins, le poids importe plus que l'âge (Tulloh et Holmes, 1992).

La puberté des femelles est plus précoce pour le type de rivière (15 à 18 mois) que pour le type des marais (21-24 mois) (Hafez, 1987 ; Drost 2007a) ou même 30,6 mois chez le Murrah et 42-48 mois chez le Nagpuri (Bhat, 1999).

Les premières conceptions ont lieu vers 24 à 36 mois pour un poids de 250 à 275 kg (Hafez, 1987 ; Drost 2007a) et $336 \pm 2,8$ kg en race Murrah (Bhat, 1999). Les génisses sont mises à la reproduction à 2,5-3 ans ou même 3,5 ans selon les pays (Bhat, 1999), par exemple 3-4 ans en moyenne pour le buffle des marais (Bodhipaksha, 1985).

Les **chaleurs** (acceptation du mâle) sont assez longues : 18 à 24 h environ, de 3 à 36-72 h (Tulloh et Holmes, 1992 ; Drost, 2007a). L'oestrus dure 12 à 30 heures avec une intensité faible en Inde, Pakistan et Egypte (Hafez, 1987 ; Dobson *et al.*, 1986).

Pour le buffle des marais les durées de 19 h, 32 h et 41,2 h ont été reportées (Bodhipaksha, 1985).

En Egypte, les chaleurs commencent souvent la nuit 84 % entre 18.00 h à 6.00 h. Les chaleurs sont ainsi **difficiles à détecter**. Il existe aussi des chaleurs silencieuses. Par contre aux Philippines, l'intensité des chaleurs est plus forte que celle des bovins (Bhat, 1999). Les manifestations des chaleurs sont classiques (tableau III).

Tableau III : Manifestations de chaleurs chez 29 génisses bufflonnes en chaleurs (Danell, 1988)

Manifestations	Nombre de génisses	% des génisses
Décharge vulvaire	29	100
Vulve enflée	29	100
Mucus en feuilles de fougères	26	89,7
Utérus contracté	22	75,9
Queue relevée	12	41,4
Urination fréquente	8	27,6
Mugissement	7	24,1

L'ovulation se produit vers 10 heures après la fin des chaleurs (Dobson *et al.*, 1986), soit 30 heures après le début : de 18 à 45 heures chez le buffle de rivières (Drost, 2007a), et en moyenne 13,3 heures après la fin des chaleurs chez le buffle des marais, 30 h environ après le pic de LH qui dure 12 heures environ (Bodhipaksha, 1985).

Le diamètre d'un follicule mûr est de 10 mm environ, celui d'un corps jaune mûr de 10 à 15 mm au lieu de 12,5 à 25 chez les bovins (Drost, 2007a). Comme chez les bovins, la croissance folliculaire se fait par vagues, avec 2 séries de valgues plus souvent que 3 ou 1 (Drost, 2007a). Le corps jaune mûr n'est pas jaune comme chez la vache, mais gris (Bhat, 1999) ou brun : de rougeâtre à gris-jaunâtre (Virakul, 1985).

Pendant l'oestrus, la cristallisation en feuilles de fougères du mucus cervical est maximale. La saillie ou l'insémination faite lorsque cette cristallisation est typique donne les meilleurs résultats (Bhat., 1999).

La durée du **cycle oestral** normal est proche de 21 jours comme chez la vache : $21,6 \pm 0,23$ jours (Dobson *et al.*, 1986) de 18 à 21 jours (Drost, 2007a), avec de grandes variations (Bhat, 1999).

La **durée de gestation** est plus longue d' 1 ou 2 semaines chez le type des marais dans la même localité (Le Gal, 1987), plus longue que chez les taurins et les zébus :

- 307 (305 à 320) jours pour le buffle de rivière, en Inde et au Pakistan,
- 320 à 340 jours pour le buffle de marais (Hafez, 1987). Voir le Tableau IV.

Tableau IV : Exemples de durées de gestation chez le buffle

Type	Race	Pays	Durée de gestation (jours)	Référence
De rivière	Murrah	Egypte	309,9 ± 6,5 314-317	Cockrill, 1977 Bhat, 1999
Des marais		Thaïlande	308 (295-313)	Virakul, 1985b
		Thaïlande	320	Chantaraprateep, 1987
		Thaïlande	325-332	Virakul, 1985b
		Thaïlande	336,4 ± 2,11	Virakul, 1985b
		Malaisie	341 ± 2,11	Virakul, 1985b
		Malaisie	341 ± 7	Chantaraprateep, 1987

L'**anoestrus post-partum** dure souvent 30 à 60 jours (Tulloh et Holmes, 1992) ou plus. En Malaisie, il dure 65 jours environ chez le buffle des marais. Le temps de service après vêlage est de 132 jours en moyenne et peut aussi dépasser 200 jours en race Murrah (Bhat, 1999).

L'involution utérine prend 30 à 50 jours :

- 28 j (16 à 39 j) pour le buffle des marais,
- 45 j (15 à 60 j) pour le buffle de rivière (Hafez, 1987 ; Dobson *et al.*, 1986). Cela est souvent lié à la gestion du troupeau (Dobson *et al.*, 1986). La note d'état corporel à la mise bas est très liée à la durée de l'anoestrus post-partum (Baruselli *et al.*, 2001).

Une supplémentation telle que des blocs multinu nutritionnels de mélasse urée peut induire l'oestrus de 40 % des bufflonnes en anoestrus d'été et réduire les pertes de lait en Inde (Kang *et al.*, 2005).

L'**intervalle entre vêlages** est donc grand et très variable : 430-457 jours en moyenne, un peu plus long pour le premier : 479 à 508 jours chez les Murrah, Nili-Ravi et Egyptiens. Il est de 429 jours pour des vêlages entre juin et novembre, et de 507 jours pour des vêlages entre décembre et mai en race Murrah (Bhat, 1999).

La reproduction est souvent **possible toute l'année**. Sensible à la chaleur, le buffle est peu fertile en saison chaude : avril à septembre (Cockrill, 1977). En climat tropical (Asie, Trinidad, Egypte), les bufflessees conçoivent plus souvent en fin d'automne et début d'hiver soit à cause de la fraîcheur, soit aux disponibilités de l'herbe (Berbigier, 1988). Rao et Pandley (1982) ont trouvé en Inde un taux de progestérone du plasma le jour des chaleurs et en phase lutéale plus élevé en saison fraîche eu tiède qu'en saison chaude-humide ou chaude-sèche.

Les problèmes de reproduction les plus fréquents en Inde sont l'anoestrus, le repeat breeding, les dégénérescences cystiques ovariennes, les troubles de l'oviducte et de l'utérus (Agarwal *et al.*, 2005).

B. Mâle

L'**anatomie de l'appareil génital mâle** est comparable à celle des bovins, là aussi en plus petit. Les testicules sont petits. Il faut noter que le pénis, cylindrique, contient peu de tissu érectile. Aussi, il est ferme même quand il n'est pas en érection (Virakul, 1985). (Tableau V)

Tableau V : Comparaison des tailles des testicules et du pénis des buffles et des taureaux (Virakul, 1985)

	Taureau	Buffle des marais
Testicule		
Dimensions (cm)	12 x 6 x 6	7,8 x 4,3 x 4,1
Poids (g)	250-500	76,0
Pénis		
Longueur (cm)	90	83,5

La **puberté** est plus tardive que chez les bovins. Chez les mâles, les éjaculats ont des spermatozoïdes viables vers l'âge de 24 mois (Hafez, 1987). Chez le buffle des marais en station, la puberté arrive vers 20 mois (Virakul, 1985).

Les mâles sont mis à la reproduction :

- vers 2 ans en Italie et en Russie,
- vers 3 ans en Iraq,
- vers 3 à 3,5 ans en Inde, au Pakistan et en Egypte (Bhat, 1999).

Utilisation des mâles. En saillie naturelle, un bon mâle peut servir une centaine de femelles (Tulloh et Holmes, 1992). Mais les animaux sont grégaires et les mâles dominants forment des troupes d'environ 50 femelles. Les mâles sont utilisés jusqu'à l'âge de 5 ans. Au-delà, leur libido diminue et ils deviennent agressifs envers les jeunes mâles (Haddioui, 2001).

Le volume du **sperme** est de 1,5 à 5 ml (Tulloh et Holmes, 1992). La motilité est plus faible que chez les bovins (Hafez, 1987). La forme des spermatozoïdes est un peu différente de celle des spermatozoïdes de bovins : la tête est plus rectangulaire (Bhat, 1999). Chez le buffle des marais, le volume moyen est de 2 ml, et la quantité de spermatozoïdes par éjaculat de 800 à 1200 millions de spermatozoïdes avec une collecte par semaine (Chantaraprateep, 1985).

Le sperme normal est de couleur blanche légèrement bleutée (Bhat, 1999).

II. Conduite de la reproduction naturelle et performances

En saillie naturelle, des taux de conception de 50 à 60 % sont courants, et 80-81 % est possible comme au nord de l'Australie (Tulloh et Holmes, 1992 ; Hafez, 1987).

Les performances de reproduction des buffles sont faibles avec une puberté tardive, des mises bas saisonnières, un anoestrus post partum et un intervalle entre mises bas longs (Barile, 2005).

Lorsque l'élevage est de type traditionnel, extensif avec une vaine pâture sans complément alimentaire, les performances de reproduction sont mauvaises : âge moyen à la première fécondation des buffles 4,7 ans et intervalle entre mises bas supérieur à 28 mois (Leuchtman, 1994).

III. Maîtrise de la reproduction

Les méthodes de **synchronisation et induction des chaleurs** sont les mêmes que chez les bovins :

- 2 injections de prostaglandines à 10 jours d'intervalle,
- implants ou spirales de progestatifs.

D'autres hormones ont été testées : GnRH, FSH, LH, eCG, hCG. Ces méthodes peuvent permettre d'inséminer à heure fixe après des ovulations synchronisées. Le taux de conception avec des implants a atteint 64 % et 57,5 % avec des spirales en saison sexuelle (Dobson, 2007a ; de Rensis et López-Gatius, 2007).

L'**insémination artificielle** a d'abord été utilisée en Inde à l'Allahabad Agricultural Institute en 1943. Le taux d'anomalies de spermatozoïdes est en moyenne de 6% : de 2 à 20% (Tulloh et Holmes, 1992).

L'insémination artificielle pose problème car les chaleurs sont difficiles à détecter et de longueur variable (Haddioui, 2001). Elle est maintenant commercialement pratiquée, surtout en Inde. La libido et la qualité du sperme diminuent pendant les mois de fortes températures. Les mâles doivent être entraînés 15-20 minutes chaque jour (Chantaraprateep, 1985).

La collecte des mâles est plus facile que pour les bovins. La température du vagin artificielle de 39°C est préférable à 41°C pour éviter des dommages aux spermatozoïdes. Le sperme peut être collecté 2 fois par semaine. Le volume, la concentration et la motilité sont généralement plus faibles que chez les bovins (Bhat, 1999).

Les **dilueurs** (tableau VI) qui conviennent pour les bovins ne conviennent pas tous pour les buffles. Le buffer phosphate au jaune d'œuf et le citrate au jaune d'œuf conviennent. Le taux optimal de glycérol utilisé seul est de 6,5 à 7 % (Bhat, 1999).

Tableau VI : Préparation du dilueur buffer phosphate au jaune d'œuf (Bhat, 1999)

Ingédients :	Tris	30,48 g
	Acide citrique	17,00 g
	Fructose	12,52 g
	Eau distillée	840 ml
Préparation :	Dilueur ci-dessus	740 ml
	Jaune d'œuf	200 ml
	Glycérol	60 ml
	Total dilueur	1000 ml

Le temps de réfrigération et d'équilibration est d'au moins 6 heures. Les paillettes de 0,25 ml sont les plus employées. La dose comprend généralement 40 à 45 millions de spermatozoïdes.

La mise en place est surtout recto-vaginale comme chez la vache (Bhat, 1999). Le temps optimal pour inséminer est 8 à 12 heures après le début des chaleurs naturelles (Dobson, 2007a).

Les taux de conception atteignent 50 à 60 % avec de la semence fraîche et 25 à 45 % avec de la semence congelée (Hafez, 1987). En Italie, la fertilité passe de 19 à 43 % en utilisant des taureaux boute-en-train pour la détection des chaleurs. Elle est réduite en dehors de la saison favorable au printemps (augmentation de la durée du jour) et en l'été (fortes températures) (Dobson, 2007a). En Inde sur 6762 inséminations le taux de conception a été de $51,84 \pm 0,61$ % (Gokhale et Bhagat, 2000). Au Brésil le taux de gestation atteint 70 % en conditions semi-intensives et jusqu'à 85 % avec une bonne gestion et des suppléments alimentaires (Vale *et al.*, 1998).

Le **transfert embryonnaire** peut permettre de faire produire plus de veaux par des femelles de grande valeur génétique et ainsi d'accélérer le progrès génétique. Il utilise les mêmes techniques que chez les bovins. Il reste au stade expérimental. La réponse aux traitements de superovulation est médiocre et le résultat final est moins bon que chez les bovins. La technique de l'Ovum Pick Up donne de meilleurs résultats (Drost, 2007b).

En effet, le nombre de follicules primaires disponibles est beaucoup plus bas que chez la vache : 19 000 chez les buffles Nili-Ravi, 12 000 chez les buffles Surti contre 60 000 à 100 000 chez la vache.

Les techniques utilisées peuvent être :

- une injection de 3000 UI de eCG (PMSG) au milieu de la phase lutéale du cycle, puis 48 heures après, une injection de prostaglandine F2 alpha,
- 2 injections par jour de FSH, entre 40 et 70 mg.

En 1999, le nombre moyen d'embryons transférables récupérés était de 2 à 2,4 (Bhat, 1999).

Bibliographie

Agarwal S. K., Singh, Rajkumar R., 2005. Reproductive disorders and their management in cattle and buffalo: a review. *Indian Journal of Animal Sciences*, **75**: 858-873.

Barile V. L., 2005. Improving reproductive efficiency in female buffaloes. *Livestock Production Science*, **92**: 183-194.

Baruselli P. S., Barnabe V. H., Barnabe R. C., Visintin J. A., Molero Filho J. R., Porto R., 2001. Effect of body condition score at calving on postpartum reproductive performance in buffalo. *Buffalo Journal*, **17** (1): 53-65.

Berbigier P., 1988. Bioclimatologie des ruminants domestiques en zone tropicale. INRA, ed., 1 vol., 237 p. (p. 182)

Bhat P. N., 1999. Buffaloes. Blackwell Scientific. An introduction to animal husbandry in the tropics. Oxford (Royaume-Uni), Blackwell Scientific, Payne, W. J. A., Wilson, R.T. ed., 5^e ed., 816 p., 1 vol. p. 325-404. (Chap. d'ouvrage)

Bodhipaksha, 1985. Physiology of female swamp buffalo reproduction. In: Virakul P. ed., The first international training course in swamp buffalo reproduction. International Training Course in Swamp Buffalo Reproduction. 1, 1985-04-01/1985-04-27, (Bangkok, Thaïlande), Thaïlande Bangkok, Chulalongkorn University. p. 53-60.

Castillo L. S., 1998. Proposal: new scientific name of the domesticated swamp buffalo, the carabao - *Bubalus bubalis carabanensis* ((Sub) Sp. Nov. Castillo 1998). In: Annual Scientific Meeting of the National Academy of Science and Technology, Manila (Philippines), 8-9 Jul 1998, Conference 20., Laguna (Philippines) Place College.

Chantaraprateep P., 1985. A.I. technique. In: Virakul P. ed., The first international training course in swamp buffalo reproduction. International Training Course in Swamp Buffalo Reproduction. 1, 1985-04-01/1985-04-27, (Bangkok, Thaïlande), Thaïlande Bangkok, Chulalongkorn University. 93-118 p.

Chantaraprateep P., Virakul P., Lohachit C., Kunavongkrit A., 1987. Swamp buffalo reproduction [Reproduction du buffle des marais]. gynaecology and reproduction Department of Obstetrics, Faculty of Veterinary science, Chulalongkorn University, Thaïlande, 2^{ee} ed., 1 vol., 357 p.

Cockrill W. R., 1977. The water buffalo [Le buffle d'eau]. FAO Animal Production and Health Paper (ITA) n° 4, Rome (ITA), Cockrill W. R. (ed.). ed., 1 vol., 283 p.

Danell B., 1988. The water buffalo. A general review and reproduction in particular. [Le buffle d'eau. Etude générale et sur la reproduction en particulier]. In: Joint seminar on animal reproduction for African countries, Addis Ababa (ETH), 1988/10/17-28. IFS; Swedish International Program on Animal Reproduction; ILCA. Addis Ababa (ETH), 10 p.

de Rensis F., López-Gatius F., 2007. Protocols for synchronizing estrus and ovulation in buffalo (*Bubalus bubalis*): A review. *Theriogenology*, **67** (2): 209-216.

Dobson H., Kamonpatana M., 1986. A review of female cattle reproduction with special reference to a comparison between buffaloes, cows and zebu. *J. Reprod. Fert.* (77): 1-36.

Drost M., 2007a. Bubaline versus bovine reproduction. *Theriogenology*, **68** (3): 447-449.

Drost M., 2007b. Advanced reproductive technology in the water buffalo. *Theriogenology*, **68** (3): 450-453.

Gokhale S. B., Bhagat R. L., 2000. Status of reproductive performance in rural buffaloes artificially inseminated using deep frozen semen. *Indian Journal of Animal Sciences*, **70** (4): 366-368.

Haddioui L., 2001. Un élevage de buffles au Venezuela. Valorisation du lait par la fabrication d'un fromage : la mozzarella. Mémoire de fin d'étude, ISTOM, 75 p.

Hafez E. S. E., 1987. Artificial insemination. 5^e édition Lea and Febiger. Hafez, E.S.E. Reproduction in farm animals. Reproduction chez les animaux d'élevage. Philadelphia, 1: 481-498.

Kang R. S., Nanda A. S., Brar P. S., 2005. Effect of urea molasses multivitamin blocks (UMMB) supplementary feeding on therapeutic efficacy of hormonal treatment in anoestrus buffaloes. *Indian J. of Anim. Sci.*, **75** (11): 1261-1265.

Kunavongkrit A., 1985. Anatomy, clinical and post mortem examination of reproductive organs in swamp buffalo bulls. In: Virakul P. ed., The first international training course in swamp buffalo reproduction. International Training Course in Swamp Buffalo Reproduction. 1, 1985-04-01/1985-04-27, (Bangkok, Thaïlande), Thaïlande Bangkok, Chulalongkorn University. p. 1-51.

Le Gal O., 1987. Le buffle d'Asie. Synthèse bibliographique. DESS Productions animales en régions chaudes, année universitaire 1986-87, IEMVT / ENVA, Maisons-Alfort (FRA) / INAPG, Paris (FRA) / Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris (FRA), Maisons-Alfort, France, 43 p.

Leuchtmann V., 1994. L'élevage traditionnel du buffle au Cambodge. Province de Prey-Veng. Mémoire de stage. DESS Productions animales en régions chaudes. Année universitaire 1993-1994, Cirad-emvt / ENVA, Maisons-Alfort (FRA) / INAPG, Paris (FRA) /

Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris (FRA), Maisons-Alfort, France, 81 p. + annexes = 100 p.

Meyer C., ed. scientifique, 2009. Dictionnaire des sciences animales [On line]. URL : <http://dico-sciences-animales.cirad.fr>. France Montpellier, Cirad ed., 29 461 articles

Rao L. V., Pandey R. S., 1982. Seasonal changes in plasma progesterone concentrations in buffalo cows (*Bubalus bubalis*). *J. Reprod. Fertil.*, **66**: 57-61.

Tulloh N. M., Holmes J. H. G., (ed.), 1992. Buffalo production. 1992 Amsterdam (NLD) : Elsevier, World Animal Science (NLD), ed., 1 vol., 505 p.

Vale W. G., Marques J. R. F., Ohashi O. M., Sousa J. S., Silva A. O. A., Souza H. E. M., Ribeiro H. L. F., 1998. Buffalo reproduction and breeding in Brazil. 130-150.

Virakul P., 1985a. The first international training course in swamp buffalo reproduction. International Training Course in Swamp Buffalo Reproduction. 1, 1985-04-01/1985-04-27, (Bangkok, Thaïlande), Thaïlande Bangkok, Chulalongkorn University. 408 p.

Virakul P., 1985b. Conception, gestation and parturition in swamp buffalo. *In*: Virakul P. ed., The first international training course in swamp buffalo reproduction. International Training Course in Swamp Buffalo Reproduction. 1, 1985-04-01/1985-04-27, (Bangkok, Thaïlande), Thaïlande Bangkok, Chulalongkorn University. p.141-154.